

**Device for the control of an air-fuel ratio for an internal combustion engine**

**Patent number:** DE3916605  
**Publication date:** 1989-11-30  
**Inventor:** TSUKAMOTO KEISUKE (JP)  
**Applicant:** TOYOTA MOTOR CO LTD (JP)  
**Classification:**  
- **international:** F02B27/02; F02D41/14; F02D41/26; F02D41/32  
- **european:** F02D35/00D2, F02D41/14D5F  
**Application number:** DE19893916605 19890522  
**Priority number(s):** JP19880125293 19880523

**Abstract of DE3916605**

A device for the control of an air-fuel ratio for an internal combustion engine is disclosed, with an inlet control valve arranged downstream of a throttle valve and actuated independently of the throttle valve, which control valve is closed or opened in order to selectively regulate a swirl motion of air introduced into the engine according to a load condition of the engine, a quantity of fuel fed to the engine being calculated in the said device in accordance with a target air-fuel ratio on the basis of fundamental engine operating conditions including the engine load and speed, a feedback device being provided for controlling a value of the feedback correction variable, incorporated into the calculated fuel quantity, in accordance with a deviation of a fuel-air ratio detected by an air-fuel ratio sensor, when the engine is in a feedback condition, and a learning device being fitted for controlling a learning variable in accordance with the value of the feedback correction variable during the feedback condition, in order to adjust the calculated fuel quantity so as to reduce the effect of the feedback correction variable on the air-fuel ratio obtained. In the said device the learning device ...  
Original abstract incomplete.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑪ **DE 39 16 605 A 1**

②① Aktenzeichen: P 39 16 605.8  
②② Anmeldetag: 22. 5. 89  
④③ Offenlegungstag: 30. 11. 89

⑤① Int. Cl. 4:  
**F 02 D 41/26**  
F 02 D 41/14  
F 02 D 41/32  
F 02 B 27/02

DE 39 16 605 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
23.05.88 JP P 63-125293

⑦① Anmelder:  
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:  
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;  
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,  
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:  
Tsukamoto, Keisuke, Toyota, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Regelung eines Luft/Kraftstoffverhältnisses für eine Brennkraftmaschine

Es wird eine Vorrichtung zur Regelung eines Luft/Kraftstoffverhältnisses für eine Brennkraftmaschine mit einer stromab von einer Drosselklappe angeordneten sowie unabhängig von der Drosselklappe betätigten Einlaß-Regelklappe, die zur Regelung einer Wirbelbewegung von in die Maschine eingeführter Luft in ausgewählter Weise entsprechend einem Lastzustand der Maschine geschlossen oder geöffnet wird, offenbart, wobei in der Vorrichtung eine der Maschine zugeführte Kraftstoffmenge in Übereinstimmung mit einem Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis auf der Grundlage von Basis-Betriebszuständen der Maschine, die die Maschinenbelastung und -drehzahl einschließen, berechnet wird, eine Rückkopplungseinrichtung zur Regelung eines Werts der in die berechnete Kraftstoffmenge einbezogenen Rückkopplungs-Korrekturgröße in Übereinstimmung mit einer Abweichung eines von einem Luft/Kraftstoffverhältnisfühler ermittelten Luft/Kraftstoffverhältnisses, wenn die Maschine sich in einem Rückkopplungszustand befindet, vorgesehen ist und eine Lerneinrichtung zur Regelung einer Lerngröße in Übereinstimmung mit dem Wert der Rückkopplungs-Korrekturgröße während des Rückkopplungszustandes, um die berechnete Kraftstoffmenge zur Verminderung der Wirkung der Rückkopplungs-Korrekturgröße auf das erhaltene Luft/Kraftstoffverhältnis zu korrigieren, vorhanden ist. Bei dieser Vorrichtung erzielt die Lerneinrichtung, wobei solche Einrichtungen jeweils unabhängig für den geschlossenen sowie geöffneten ...

DE 39 16 605 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Regelung eines Luft/Kraftstoffverhältnisses für eine Brennkraftmaschine, die eine stromab von einer Drosselklappe angeordnete und unabhängig von dieser betätigte Einlaß-Regelklappe umfaßt, welche in ausgewählter Weise geöffnet oder geschlossen wird, um eine Wirbelbewegung der in die Maschine eingeführten Luft in Übereinstimmung mit einem Motorlastzustand zu regeln. Eine dem Motor zugeführte Kraftstoffmenge wird in Übereinstimmung mit einem Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis auf der Grundlage von Basis-Betriebsbedingungen der Maschine einschließlich der Maschinenbelastung und der Motordrehzahl berechnet, und es ist eine Rückkopplungseinrichtung vorgesehen, um einen Wert der Rückkopplungs-Korrekturgröße, die in die berechnete Kraftstoffmenge einbezogen ist, in Übereinstimmung mit einer Abweichung des von einem Luft/Kraftstoffverhältnisfühler ermittelten Luft/Kraftstoffverhältnisses zu regeln, wie auch eine Lerneinrichtung vorgesehen ist, um in Übereinstimmung mit dem Wert der Rückkopplungskorrekturgröße während des Rückkopplungszustandes eine Lerngröße zu regeln, die die berechnete Kraftstoffmenge korrigiert, um die Wirkung der Rückkopplungs-Korrekturgröße auf das erhaltene Luft/Kraftstoffverhältnis zu vermindern.

Im Stand der Technik ist es bekannt, eine Einlaß-Regelklappe in einem Ansaugrohr nahe einem Brennraum anzuordnen. Die Einlaß-Regelklappe wird geschlossen, wenn der Motor unter einer niedrigen Last betrieben wird, so daß eine Wirbelbewegung der Ansaugluft in einem Motorzylinder erzeugt wird, wodurch ein sehr mageres Luft-Kraftstoffgemisch unter einem stabilen Zustand verbrannt werden kann. Die Einlaß-Regelklappe wird geöffnet, wenn die Maschine mit hoher Last betrieben wird, so daß die Wirbelbewegung des brennbaren Gemischs im Zylinder beendet wird. Ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Regelsystem ist für die Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses auf einen gewünschten Wert vorgesehen, der über einen weiten Bereich in Übereinstimmung damit, ob die Einlaß-Regelklappe geöffnet oder geschlossen ist, verändert wird. Bei diesem Luft/Kraftstoffverhältnis-Regelsystem ist eine Basis-Kraftstoffeinspritzmenge, um ein theoretisches Luft/Kraftstoffverhältnis zu erlangen, nicht dieselbe, wenn die Einlaß-Regelklappe geschlossen ist und wenn diese bei einer Kombination der Motorlast und -drehzahl geöffnet ist. Der Grund für die unterschiedlichen Werte der Basis-Kraftstoffeinspritzmenge für dieselbe Kombination der Motorlast und -drehzahl ist, daß der Ansaugdruck, der die Last angibt, durch die Einlaß-Regelklappe, die unabhängig von der Drosselklappe arbeitet, beeinflußt wird. Deshalb wurde ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Regelsystem vorgeschlagen, wonach die Basis-Kraftstoffeinspritzmengen unabhängig für den geschlossenen sowie geöffneten Zustand der Einlaß-Regelklappe jeweils berechnet werden (siehe JP-Patent-OS Nr. 59-2 00 028). Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, eine genauere Basis-Kraftstoffeinspritzmenge in Übereinstimmung mit dem Öffnungsgrad der Einlaß-Regelklappe zu erhalten.

Das Luft/Kraftstoffverhältnis-Regelsystem ist ferner mit einem Rückkopplungs-Regelsystem versehen, das einen Luft/Kraftstoffverhältnisfühler, d.h. einen Magergemischfühler, enthält, der imstande ist, das Luft/Kraftstoffverhältnis über einen weiten Bereich zu ermitteln, und es wird die in Übereinstimmung damit, ob die Einlaß-Regelklappe geöffnet oder geschlossen ist, wie oben beschrieben wurde, bestimmte Basis-Kraftstoffmengen durch eine Korrekturgröße geregelt, welche durch eine Differenz zwischen dem Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis und dem ermittelten Luft/Kraftstoffverhältnis festgesetzt wird, wenn der Motor sich im Zustand einer Rückkopplungsregelung befindet (siehe JP-Patent-OS Nr. 58-3 246).

Das System ist des weiteren mit einem lernenden System versehen, in dem eine Lerngröße auf der Grundlage der Rückkopplungs-Korrekturgröße berechnet wird. Die Lerngröße wird zur Korrektur der Basis-Kraftstoffmenge verwendet, wobei die Wirkung der Rückkopplungs-Korrekturgröße auf das erhaltene Luft/Kraftstoffverhältnis vermindert wird. Die Lernkorrektur wird durch eine Mehrzahl von Lernzonen, dividiert durch Motorlastzustände, erhalten. Die Lernkorrektur ist deshalb von Nutzen, um eine schnelle Regelung des Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnisses zu erlangen, wenn der Motor-Betriebszustand während des Rückkopplungszustandes verändert wird. Ferner läßt die Lernkorrektur auch zu, daß das Luft/Kraftstoffverhältnis nahe dem Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis gehalten wird, wenn der Motor nicht im Rückkopplungszustand ist, da die Basis-Kraftstoffeinspritzmenge durch die Lerngröße korrigiert wird. Dennoch weist das lernende System eine ihm innewohnende Verzögerung auf, weshalb ein System vorgesehen wird, um eine Anreicherungskorrektur während eines Nicht-Rückkopplungszustandes zu erhalten, so daß ein Ausgleich für eine Verzögerung im Ansprechverhalten durch das lernende System erreicht wird (siehe JP-Patent-OS Nr. 60-2 06 953).

Dieses System nach dem Stand der Technik weist jedoch einen Nachteil insofern auf, als das Luft/Kraftstoffverhältnis häufig von einem gewünschten Luft/Kraftstoffverhältnis verschoben wird, so daß die Fahrfähigkeit verschlechtert und die Menge an toxischen Emissionen erhöht wird, wenn der Öffnungsgrad der Einlaß-Regelklappe geändert wird oder wenn der Motorzustand aus demjenigen, in welchem die Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungsregelung durchgeführt wird, zu dem Zustand verändert wird, in welchem die Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungsregelung nicht ausgeführt wird. Der Grund hierfür wird im folgenden erläutert.

Die Basis-Kraftstoffmenge wird in Übereinstimmung mit einer Kombination der Werte des Ansaugdrucks  $PM$  und der Motordrehzahl  $NE$  berechnet, und es wird eine Anreicherungskorrektur dieser Basis-Kraftstoffmenge durch einen Ansauglufttemperatur-Korrekturfaktor  $FTHA$ , der in Übereinstimmung mit einer Ansauglufttemperatur  $THA$  berechnet wird, bewirkt. Wie die Fig. 9 zeigt, wird der Wert von  $FTHA$  in Übereinstimmung mit einem Anstieg in der  $THA$  abgesenkt, um die Kraftstoffeinspritzmenge zu vermindern. Der Fühler für die Ermittlung der  $THA$  ist üblicherweise im Ansaugkanal an einer ziemlich weit stromauf liegenden Stelle, z.B. nahe dem Luftfilter, angeordnet. Das bedeutet, daß die Ansaugluft nach dem Messen ihrer Temperatur  $THA$  und vor dem Einführen der Luft in den Brennraum durch die Hitze vom Ansaugkanal beeinflusst wird, was zum Ergebnis hat, daß die durch den Fühler ermittelte Ansauglufttemperatur  $THA$  und die Temperatur  $THiM$  der tatsächlich in den Brennraum eingeführten Luft unterschiedlich sind.

Insbesondere tritt, wenn die Einlaß-Regelklappe zur Regelung der Wirbelbewegung der Ansaugluft im

Brennraum durch ein halbes Schließen der Ansaugöffnung vorgesehen ist, ein Unterschied in der Temperaturcharakteristik auf, wenn die Einlaß-Regelklappe geschlossen und wenn diese offen ist. Je niedriger die Temperatur ist, desto größer ist nämlich der Unterschied zwischen der gemessenen Ansauglufttemperatur  $THA$  und der tatsächlichen Temperatur  $THiM$ , wenn die Einlaß-Regelklappe geschlossen ist, und der Unterschied zwischen der gemessenen Ansauglufttemperatur  $THA$  sowie der tatsächlichen Temperatur  $THiM$ , wenn die Einlaß-Regelklappe geöffnet ist. Deshalb bewirkt das Vorsehen der Einlaß-Regelklappe einen fälschlichen Anstieg im Ansaugluft-Temperatur-Korrekturfaktor  $FTHA$ , und insofern geht die Genauigkeit in der Luft/Kraftstoffverhältnisregelung verloren, wenn der Motor in einem Übergangszustand ist, in welchem der Motorzustand während des Rückkopplungszustandes verändert wird, oder wenn der Motorzustand aus demjenigen, wobei eine Rückkopplungsregelung ausgeführt wird, zu dem Zustand, wobei die Rückkopplungsregelung unterbrochen ist, d.h., in welchem eine rückführungslose Regelung ausgeführt wird, verändert wird. Bei dem Stand der Technik wird die aus dem Motor-Betriebszustand berechnete Basis-Kraftstoffzufuhrmenge durch eine Rückkopplungs-Korrekturgröße korrigiert, und es wird eine Lernkorrektur der Basis-Kraftstoffmenge in Übereinstimmung mit dem Rückkopplungszustand erhalten. In diesem Fall wird derselbe Lernkorrekturwert auf die gleiche Lernzone ohne Rücksicht auf den Öffnungsgrad der Wirbelregelklappe angewendet, jedoch wird der Motorzustand, bei welchem die Lernregelung ausgeführt wird, in Übereinstimmung mit dem Zustand der Wirbelregelklappe verändert, wie mit Bezug auf die Ansauglufttemperatur beschrieben wurde, und das bedeutet, daß der Lernwert nicht immer einen Fehler im Rückkopplungssystem reflektiert.

Um diese Schwierigkeit zu beseitigen, ist es möglich, den Wert des  $FTHA$  in Übereinstimmung mit dem Zustand der Wirbelregelklappe zu berechnen, jedoch kann dadurch nicht immer der Verlust in der Präzision der Luft/Kraftstoffverhältnisregelung verhindert werden, da sich die Beziehung zwischen der  $THA$  und der  $THiM$  in Übereinstimmung mit anderen Betriebsfaktoren, wie der Ansaugluftmenge, die durch den Zustand der Einlaß-Regelklappe beeinflußt wird, ändert.

Es ist deshalb die Aufgabe der Erfindung, ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Regelsystem zu schaffen, durch das eine präzise Regelung Luft/Kraftstoffverhältnisses erhalten wird.

Um diese Aufgabe zu lösen, werden bei der oben beschriebenen Vorrichtung zur Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses in einer Brennkraftmaschine Lerneinrichtungen jeweils unabhängig für den geschlossenen und den offenen Zustand der Einlaß-Regelklappe vorgesehen, wobei die Lernkorrektur der berechneten Menge unabhängig durch die jeweilige Lerneinrichtung durch eine Bestimmung, ob die Einlaß-Regelklappe geschlossen ist oder nicht, erhalten wird.

Jeder der für den geschlossenen oder offenen Zustand der Einlaß-Regelklappe vorgesehenen Lerneinrichtungen ist mit einer Mehrzahl von Lernzonen versehen, die entsprechend der Motorlast eingeteilt sind, und die Lernkorrektur wird durch Festsetzen einer speziellen Zone, in welcher die Motorlast gekennzeichnet ist, ausgeführt.

Die Berechnung der zugeführten Kraftstoffmenge beruht auf Tafeln (Maps), die jeweils unabhängig für die Einlaß-Regelklappe in den geschlossen und geöffneten Stellungen vorgesehen sind.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des gesamten erfindungsgemäßen Systems;

Fig. 2 den Schnitt nach der Linie II-II in der Fig. 1;

Fig. 3 bis 6 Flußpläne zum Betrieb des Steuergeräts von Fig. 1;

Fig. 7 den Zustand des Luft/Kraftstoffverhältnisses und der Wirbel-Regelklappe mit Bezug zur Motordrehzahl  $NE$  und zum Ansaugdruck  $PM$ ;

Fig. 8(a) bis 8(c) Zeitdiagramme für den Vorgang der Luft/Kraftstoffverhältnisregelung;

Fig. 9 die Beziehung zwischen der Ansauglufttemperatur  $THA$  und dem Ansauglufttemperatur-Korrekturfaktor  $FTHA$ ;

Fig. 10 die Beziehung zwischen der durch den Ansauglufttemperaturfühler ermittelten Ansauglufttemperatur  $THA$  und der Temperatur  $THiM$  der in die Maschine eingeführten Ansaugluft;

Fig. 11 die Beziehung zwischen der Motordrehzahl  $NE$  und der Basis-Kraftstoffeinspritzmenge  $TP$ , wenn der Ansaugdruck verändert wird.

Wie die Fig. 1 zeigt, ist eine Brennkraftmaschine 2 mit einem Luftfilter 6, einer Drosselklappe 10, einem Druckausgleich- oder Beruhigungsbehälter 12, einer Wirbel-Regelklappe 15 als einer Einlaß-Regelklappe, einem Einlaßventil 7, einem Auslaßventil 8 und mit einem Auspuffrohr 9 ausgestattet. Im Luftfilter 6 ist ein Ansaugluft-Temperaturfühler 18 angeordnet. Die Menge der in einen Brennraum 20 eingeführten Luft wird durch Öffnen oder Schließen der Drosselklappe 10 geregelt, wobei mit dieser Drosselklappe ein Drosselklappenfühler 22 verbunden ist, der einen Öffnungsgrad der Drosselklappe 10 erfaßt.

Der Druckausgleichbehälter 12 ist stromab vom Ansaugrohr 4 vorgesehen, um Pulsationen der Ansaugluft zu unterdrücken, und im Druckausgleichbehälter 12 ist ein Ansaugdruckfühler 26 angeordnet, der einen Ansaugdruck  $PM$  als einen absoluten Druck ermittelt. Ein Leerlaufdrehzahl-Regelventil 28 dient der Regelung der die Drosselklappe 10 umgehenden Luftmenge. Einspritzventile 29 sind für das Einspritzen einer Kraftstoffmenge in die Ansaugluft, um ein brennbares Luft-Kraftstoffgemisch zu erhalten, vorgesehen.

Die Maschine 2 ist mit Ansaugöffnungen 31 für eine Verbindung des Ansaugrohres 4 mit dem Brennraum 20 über ein jeweiliges Einlaßventil 7 versehen. Wie die Fig. 2 zeigt, weisen die Ansaugöffnungen 31 eine Trennwand 32 auf, die zwei Kanäle 33 und 34 voneinander trennt, deren stromabwärtige Enden getrennt für sich in den Brennraum 20 münden, während die stromaufwärtigen Enden gemeinsam mit dem Ansaugrohr 4 verbunden sind.

Die Wirbel-Regelklappe ( $WRK$ ) 15, die durch eine Betätigungsverrichtung 30 betrieben wird, ist im ersten Kanal 33 angeordnet, der durch die  $WRK$  15 in ausgewählter Weise geöffnet oder geschlossen wird. Die Betätigungsverrichtung 30 ist mit einem Unterdruck-Stellantrieb 40, einem Unterdruck-Übertragungsventil 43,

einem Unterdruck-Regelventil 45 und einem mit dem Druckausgleichbehälter 12 verbundenen Rückschlagventil 47 ausgestattet. Die WRK 15 hat eine Welle 37, die mit einer an den Unterdruck-Stellantrieb 40 angeschlossenen Antriebsstange 41 verbunden ist. Der Unterdruck-Stellantrieb 40 weist eine Unterdruckkammer 42 auf, deren Druck durch das Unterdruck-Regelventil 45 zur Steuerung des Betriebs der WRK 15 geregelt wird.

5 Wenn das Unterdruck-Regelventil 45 in einer solchen Stellung ist, daß die Kammer 42 des Stellantriebs 40 mit dem Druckausgleichbehälter 12 in einem niedrigen Lastzustand verbunden ist, wobei das Vakuumniveau im Ausgleichbehälter 12 ausreichend ist, um die Membran 40-1 gegen die Kraft der Feder 40-2 zu bewegen, so schließt die WRK 15 den ersten Kanal 33 der Ansaugöffnung 31, so daß die Luft in den Motorzylinder lediglich durch den zweiten Kanal 34 eingeführt wird, um eine durch einen Pfeil A angegebene Wirbelbewegung zu erzeugen. Dieser geschlossene Zustand der WRK 15 wird aufrechterhalten, wenn das Vakuumniveau im Aus-

10 gleichbehälter 12 nicht genügt, um die Membran 40-1 gegen die Kraft der Feder 40-2 zu verlagern, da das Rückschlagventil 47 dazu angeordnet ist, einen Unterdruckverlust in der Kammer 42 zu verhindern. In einem Zustand hoher Last der Maschine bewegt die Feder 40-2 des Stellantriebs 40, wenn das Regelventil 45 in einer solchen Stellung ist, daß der Stellantrieb 40 mit einer zur Atmosphäre führenden Öffnung 45a verbunden ist, die Antriebsstange 41 abwärts, so daß die WRK 15 geöffnet wird, wodurch Luft nicht nur durch

15 den zweiten Kanal 34, sondern auch durch den ersten Kanal 33 strömt. Als Ergebnis dessen wird eine Wirbelbewegung der Luft im Motorzylinder verhindert, um einen wirksamen, leistungsfähigen Hochlastbetrieb zu erlangen. Es ist festzuhalten, daß das Unterdruck-Übertragungsventil 43 eine Drossel 43-1 aufweist, um eine allmähliche Bewegung der WRK 15 von der geschlossenen zur geöffneten Stellung zu bewirken. Dieses allmähliche Öffnen

20 der WRK 15 wird erhalten, weil die Luft an der Öffnung 45a in den Stellantrieb 40 nur über die Drossel 43-1 eingeführt wird, während das Rückschlagventil 43-2 geschlossen ist, das eine rasche Bewegung der WRK 15 von der offenen zur geschlossenen Stellung herbeiführen kann. Dieses rasche Schließen der WRK 15 wird erhalten, weil der Druck in der Kammer 42 über die Rückschlagklappe 43-2 augenblicklich eine Höhe erreichen kann, die gleich demjenigen im Ausgleichbehälter 12 ist.

25 Die Maschine 2 ist ferner mit einem Verteiler 52 ausgestattet, der mit einer Zündvorrichtung 50 zur ausgewählten Zufuhr eines Stroms hoher Spannung zu (nicht gezeigten) Zündkerzen verbunden ist, um einen Zündvorgang der Maschine hervorzurufen. Des weiteren weist die Maschine 2 einen im Auspuffrohr 9 angeordneten Magergemischfühler 54, um ein Luft/Kraftstoffverhältnis bis zu einer Magergemischzone zu ermitteln, und einen in einem Wassermantel 56 angeordneten Temperaturfühler 58, der die Temperatur des Motor-Kühlwassers ermittelt, auf. Der Verteiler 52 ist mit einem Kurbelwinkelfühler 60 ausgestattet, der einen Kurbelwinkel der (nicht gezeigten) Kurbelwelle der Maschine 2 ermittelt.

Ein elektronisches Steuergerät 70, wie ein Mikrocomputersystem, ist zur Durchführung eines Kraftstoff-Einspritzbetriebs und eines Betriebs der Wirbel-Regelklappe (WRK) 15 gemäß der Erfindung, worauf noch näher

35 eingegangen werden wird, und von anderen Operationen, wie eine Regelung des Zündzeitpunkts oder eine Regelung des Leerlaufdrehzahl-Regelventils 28, worauf nicht näher eingegangen werden wird, da das nicht unmittelbar mit der Erfindung in Verbindung steht, vorgesehen. Das Steuergerät 70 ist mit einer Zentraleinheit (CPU) 71, mit einem ROM 72, mit einem RAM 74, mit einem Zeitgeber 75, mit einem Eingabekanal 78, mit einem Ausgabekanal 79 und mit einem diese Bauelemente verbindenden Datenbus 77 ausgestattet. Die Fühler 18, 22,

40 26, 60, 54 sowie 58 sind mit dem Eingabekanal 78 verbunden, während der Ausgabekanal 79 mit dem Leerlaufdrehzahl-Regelventil 28, den Einspritzdüsen 29, der Betätigungsvorrichtung 30 und der Zündvorrichtung 50 verbunden ist.

Die Arbeitsweise des Steuergeräts 70, wenn ein Kraftstoff-Einspritzvorgang und eine Regelung der WRK 15 durchgeführt werden, wird unter Bezugnahme auf die Flußpläne der Fig. 3 bis 6 erläutert.

45 Die Fig. 3 ist ein Flußplan einer Routine durch Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung. Bei dieser Ausführungsform ist das Kraftstoff-Einspritzsystem von einer Art, wobei eine Kraftstoffeinspritzung für jeden Zylinder unabhängig ausgeführt wird, so daß eine Einspritzung in einen Zylinder zu einem für diesen gewünschten Zeitpunkt in einem Zyklus der Maschine erfolgt. Diese Routine wird zur Zeit der Ausführung einer jeden Kraftstoffeinspritzung für einen bestimmten Zylinder abgearbeitet.

50 Im Schritt 100 wird die Nummer des Zylinders, an dem die nächste Einspritzung erfolgen soll, bestimmt. Diese Bestimmung wird durch Ermitteln des Werts eines Zählers getroffen, welcher bei jedem Eingang eines 30°-Impulssignals vom Kurbelwinkelfühler 60 inkrementiert und bei jedem Eingang eines 720°-Impulssignals, das einer völligen Umdrehung der Kurbelwelle entspricht, gelöscht wird.

Im Schritt 101 wird ein Wert des Ansauglufttemperatur-Korrekturfaktors *FTHA* berechnet, welcher für ein Anreichern des Luft-Kraftstoffgemischs verwendet wird, wenn die Temperatur der Ansaugluft niedrig ist. Die Fig. 9 zeigt die Beziehung zwischen der Ansauglufttemperatur *THA* und dem Ansauglufttemperatur-Korrekturfaktor *FTHA*, die in einem RAM-Feld als eine Tafel (Map) gespeichert ist. Eine Map-Interpolationsberechnung wird ausgeführt, um einen Wert für den *FTHA* zu erhalten, der der durch einen Ansaugluft-Temperaturfühler ermittelten Ansauglufttemperatur *THA* entspricht.

60 Im Schritt 102 wird bestimmt, ob die WRK 15 in ihrem offenen Zustand ist. Wenn die Entscheidung auf eine offene WRK 15 lautet, so geht die Routine zum Schritt 103 über, in welchem eine Basis-Kraftstoffeinspritzmenge *TP<sub>0</sub>* für eine geöffnete WRK 15 auf der Grundlage des Ansaugdrucks *PM* und der Motordrehzahl *NE* berechnet wird. Die Basis-Kraftstoffeinspritzmenge ist eine solche Kraftstoffmenge, bei der ein theoretisches Luft/Kraftstoffverhältnis bei dem Ansaugdruck *PM* und der Motordrehzahl *NE* erhalten wird, wenn die WRK 15 geöffnet ist. In Fig. 11 zeigen ausgezogene Linien die Beziehungen zwischen der Basis-Kraftstoffeinspritzmenge und der Motordrehzahl in Bezugnahme auf verschiedene Ansaugdrücke *PM*, wenn die WRK 15 geöffnet ist. Diese Beziehungen werden im ROM-Feld des Speichers gespeichert, und eine Map-Interpolationsberechnung wird ausgeführt, um einen Wert der Basis-Kraftstoffeinspritzmenge *TP<sub>0</sub>* entsprechend einer Kombination des ermit-

telten Ansaugdrucks  $PM$  und der Drehzahl  $NE$  zu erhalten. Im Schritt 104 wird der berechnete Wert von  $TP_O$  zu  $TP$  verschoben.

Wenn im Schritt 102 entschieden wird, daß die  $WRK$  15 geschlossen ist, so geht die Routine zum Schritt 105 über, in welchem eine Basis-Kraftstoffeinspritzmenge  $TP_S$  für eine geschlossene  $WRK$  15 auf der Grundlage des Ansaugdrucks  $PM$  und der Drehzahl  $NE$  berechnet wird. Die Basis-Kraftstoffeinspritzmenge  $TP_S$  ist eine solche Kraftstoffmenge, bei welcher ein theoretisches Luft/Kraftstoffverhältnis bei dem Ansaugdruck  $PM$  und der Motordrehzahl  $NE$  erhalten wird, wenn die  $WRK$  15 geschlossen ist. In Fig. 11 zeigen gestrichelte Linien die Beziehungen zwischen der Basis-Kraftstoffeinspritzmenge und der Motordrehzahl mit Bezug zu verschiedenen Ansaugdrücken  $PM$ , wenn die  $WRK$  15 geschlossen ist. Diese Beziehungen werden im ROM-Feld des Speichers gespeichert, und eine Map-Interpolationsberechnung wird ausgeführt, um einen Wert der Basis-Kraftstoffeinspritzmenge  $TP_S$  entsprechend einer Kombination des ermittelten Ansaugdrucks  $PM$  und der Motordrehzahl  $NE$  zu erhalten. Im Schritt 106 wird der berechnete Wert von  $TP_S$  zu  $TP$  verschoben.

Im Schritt 107 wird eine endgültige Kraftstoffeinspritzmenge  $TAU$  berechnet durch

$$TAU = TP \times KG \times FAF \times FTHA \times (KLEAN + \alpha) \times \beta + \gamma,$$

worin sind:

$FTHA$  der bereits zum Schritt 101 erläuterte Ansauglufttemperatur-Korrekturfaktor,

$KG$  ein Lern-Korrekturfaktor,

$FAF$  ein Rückkopplungs-Korrekturfaktor, der noch erläutert werden wird, und

$\alpha$ ,  $\beta$  sowie  $\gamma$  allgemein angegebene Korrekturfaktoren oder -größen einschließlich eines Motortemperatur- sowie eines Beschleunigungs-Korrekturfaktors, die nicht erläutert werden, da sie nicht direkt mit der Erfindung in Zusammenhang stehen.

Im Schritt 108 wird die Bildung eines Kraftstoff-Einspritzsignals begonnen, wie für den Fachmann im einschlägigen Gebiet bekannt ist. Ein Zeitpunkt für einen Beginn und ein Ende einer Kraftstoffeinspritzung von einem Einspritzventil eines bestimmten Zylinders wird derart berechnet, daß beispielsweise eine Kraftstoffmenge  $TAU$  restlos während eines Ansaughubes des bestimmten Zylinders eingespritzt wird.

Die Fig. 4 zeigt eine Routine für den Betrieb der Wirbel-Regelklappe ( $WRK$ ) 15, die als eine Hauptroutine abgearbeitet werden kann. Im Schritt 109 wird entschieden, ob der Wert des vom Druckfühler 26 ermittelten Ansaugdrucks  $PM$  größer ist als ein vorbestimmter Wert  $P_2$  (s. Fig. 7). Wenn die Entscheidung lautet, daß  $PM > P_2$  ist, d.h., daß die Maschine unter einer hohen Last arbeitet, dann geht die Routine zum Schritt 110, in dem ein Flag  $XP2$  auf (1) gesetzt wird, zum Schritt 112, in dem ein Hystereseflag  $F$  auf (1) gesetzt wird, und zum Schritt 120 über.

Lautet im Schritt 109 die Entscheidung  $PM < P_2$ , so unterliegt die Maschine keiner hohen Belastung, weshalb die Routine zum Schritt 114, in dem das Flag  $XP2$  auf (0) zurückgesetzt wird, und zum Schritt 116 übergeht, in welchem entschieden wird, ob der Wert des vom Druckfühler 26 ermittelten Ansaugdrucks  $PM$  größer ist als ein vorbestimmter Wert  $P_1$  (s. Fig. 7), welcher Wert dem höchsten Grenzdruck (absoluter Druck) entspricht, der ausreichend ist, um die Membran 40-1 des Stellantriebs 40 gegen die Kraft der Feder 40-2 zu verlagern, um die  $WRK$  15 zu schließen. Lautet die Entscheidung, daß  $PM < P_1$  ist, so geht die Routine zum Schritt 118, in dem das Hystereseflag  $F$  gelöscht wird (0), und zum Schritt 120 über. Lautet die Entscheidung, daß  $PM > P_1$  ist, so umgeht die Routine den Schritt 118 und geht unmittelbar zum Schritt 120 über.

Im Schritt 120 wird entschieden, ob das Flag  $XP2$  zurückgesetzt ist (0). Wenn das Flag  $XP2$  auf (1) gesetzt ist, d.h., daß die Maschine unter hoher Last läuft, dann geht die Routine zum Schritt 122 über, in welchem der Wert des Luft-/Kraftstoffverhältnis-Korrekturfaktors  $KLEAN$  auf 1,2 festgesetzt wird, welcher Wert verwendet wird, um ein fettes Luft-Kraftstoffgemisch des Luft/Kraftstoffverhältnisses von etwa 12,5 in einem Bereich zu erhalten, in dem  $PM < P_2$  ist, wie in Fig. 7 gezeigt ist. In Fig. 7 entspricht  $P_0$  dem Wert des Ansaugdrucks, wenn die Drosselklappe 10 ganz geöffnet ist.

Wird im Schritt 120 entschieden, daß das Flag  $XP2$  zurückgesetzt ist (0), d.h., daß die Maschine unter einer niedrigen Last läuft, so geht die Routine zum Schritt 124 über, in dem entschieden wird, ob das Hystereseflag  $F$  zurückgesetzt ist (0). Wenn im Schritt 124 entschieden wird, daß das Hystereseflag  $F$  auf (1) gesetzt ist, so hat sich der Ansaugdruck  $PM$  zu der Zone oberhalb der dem Schwellenwert  $P_2$  entsprechenden Linie verschoben. In diesem Fall geht die Routine vom Schritt 124 zum Schritt 126 über, in dem der Wert des Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturfaktors  $KLEAN$  auf 1,0 festgesetzt wird, um das Luft-Kraftstoffgemisch auf ein theoretisches Luft/Kraftstoffverhältnis wie 14,5 zu bringen.

Wenn im Schritt 124 entschieden wird, daß das Flag  $F$  auf (0) gesetzt ist, dann geht die Routine zum Schritt 128 über, in welchem ein Mager-Rückkopplungs-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturfaktor  $KAFB$  aus einer im Speicher 72 gespeicherten Map berechnet wird. Die Fig. 7 zeigt den Aufbau dieser Map für den  $KAFB$ . In einer äußerst mageren Zone, die durch einen Ansaugdruck  $PM$  unterhalb des Werts von  $P_2$  und durch eine Motordrehzahl kleiner als  $N_2$  begrenzt ist, wird der Wert von  $KAFB$  bestimmt, um einen Wert für das Luft/Kraftstoffverhältnis zwischen 21 und 22 zu erhalten. In einer mäßigen Magerzone, die durch eine Motordrehzahl größer als  $N_2$  begrenzt ist, wird der Wert des  $KAFB$  bestimmt, um einen Wert für das Luft/Kraftstoffverhältnis zwischen 16 und 18 zu erlangen. Zum Erhalten des Werts des  $KAFB$  wird eine bekannte Map-Interpolationsberechnung ausgeführt, so daß ein  $KAFB$ -Wert erhalten wird, der den ermittelten Werten des Ansaugdrucks  $PM$  und der Motordrehzahl  $NE$  entspricht, und der berechnete  $KAFB$ -Wert wird zum Korrekturfaktor  $KLEAN$  verschoben.

Es ist festzuhalten, daß der Ansaugdruck  $PM$  auf die Hysteresezone zwischen  $P_2$  und  $P_1$  zum Abfallen

gebracht wird, nachdem der Ansaugdruck einmal die fette Zone, die durch den Ansaugdruck  $P_1$  begrenzt ist, überschritten hat, und das Luft/Kraftstoffverhältnis wird auf das theoretische Luft/Kraftstoffverhältnis von etwa 14,5 eingeregelt.

Wenn der Wert des  $KAFB$  im Schritt 128 berechnet ist, dann geht die Routine zum Schritt 130 über, in welchem entschieden wird, ob der Wert der Motordrehzahl  $NE$  größer als  $N_1$  ist, welcher Wert kleiner ist als  $N_2$ . Ist  $NE < N_1$ , so geht die Routine zum Schritt 131 über, in dem ein Signal an das Regelventil 45 (Fig. 2) abgegeben wird, um die Membrankammer (Unterdruckkammer) 42 des Stellantriebs 40 zum Druckausgleichbehälter 12 zu öffnen. Als Ergebnis dessen wird die Membran 40-1 gegen die Kraft der Feder 40-2 aufwärts bewegt, so daß die  $WRK$  15 geschlossen wird. Demzufolge wird eine Wirbelbewegung der in den Zylinder eingeführten Luft erhalten, die es erlaubt, daß das sehr magere Luft-Kraftstoffgemisch in einem stabilen Zustand verbrannt wird.

Wird im Schritt 130 entschieden, daß  $NE > N_1$  ist, so geht die Routine zum Schritt 132 über, in welchem entschieden wird, ob die Motordrehzahl  $NE > N_2$  ist. Wenn  $NE > N_2$  ist, so geht die Routine zum Schritt 134 über, in welchem ein Signal an das Regelventil 45 (Fig. 2) abgegeben wird, um die Unterdruckkammer 42 des Stellantriebs 40 mit der Atmosphärenöffnung 45a zu verbinden. Als Ergebnis dessen wird die Membran 40-1 durch die Kraft der Feder 40-2 abwärts bewegt und die  $WRK$  15 geöffnet. Demzufolge wird Luft in die Zylinderbohrung durch die beiden Kanäle 33 sowie 34 eingeführt, und in diesem Fall tritt eine Wirbelbewegung der Luft nicht auf.

Wird im Schritt 122 ein fettes Luft-Kraftstoffgemisch erhalten, weil der Ansaugdruck  $PM$  größer als  $P_2$  ist, oder wird das Luft-Kraftstoffgemisch des theoretischen Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Abfallen des Ansaugdrucks  $PM$  in die Zone oberhalb  $P_1$ , d.h. in die Hysteresezone zwischen  $P_2$  und  $P_1$ , erhalten, dann geht die Routine ebenfalls zum Schritt 134 über, so daß die  $WRK$  15 geöffnet wird. Ferner wird die Motordrehzahl in eine Zone zwischen  $N_2$  und  $N_1$  aus der Zone einer Motordrehzahl, die größer als  $N_2$  ist, verschoben, so daß im Schritt 132 ein NEIN als Ergebnis erhalten und der Schritt 131 umgangen wird, so daß die  $WRK$  15 offen bleibt. Das bedeutet, daß die Zone zwischen  $N_2$  und  $N_1$  eine Hysteresezone für die Motordrehzahl ist.

Die Fig. 7 zeigt die Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses und der Wirbel-Regelklappe ( $WRK$ ) 15. Das äußerst magere Luft-Kraftstoffgemisch wird nur erhalten, wenn die  $WRK$  15 geschlossen sowie der Ansaugdruck niedriger als  $P_2$  und die Motordrehzahl  $NE$  größer als  $N_2$  sind. Ein mittleres Luft/Kraftstoffverhältnis wird in der Zone der Motordrehzahl die größer als  $N_2$  ist, erhalten, während ein fettes Luft-Kraftstoffgemisch dann erlangt wird, wenn der Ansaugdruck  $PM$  größer ist als  $P_2$ . Hysteresezonen, in denen das Luft/Kraftstoffverhältnis auf das theoretische Luft/Kraftstoffverhältnis geregelt wird, sind für einen Ansaugdruck zwischen  $P_2$  und  $P_1$  von der Zone, in der  $P > P_2$  ist, und für eine Motordrehzahl zwischen  $N_2$  sowie  $N_1$  von der Zone, in der  $NE > N_2$  ist, vorgesehen.

Die Fig. 5 zeigt eine Routine zur Berechnung der Werte des Rückkopplungs-Korrekturfaktors  $FAF$ . Im Schritt 148 wird entschieden, ob ein durch den Magergemischfühler 54 geforderter Rückkopplungszustand  $FB$  erfüllt ist. Dieser Rückkopplungszustand  $FB$  wird erhalten, indem bestimmt wird, daß alle folgenden Bedingungen erfüllt werden, d.h., daß die Temperatur des Kühlwassers über einem vorbestimmten Wert liegt, daß die Maschine nicht gestartet oder noch nicht gestartet worden ist, daß die Maschine nicht in einem Zustand ist, in welchem die Drosselklappe weit geöffnet ist, und daß die Maschine nicht in einem Zustand einer Kraftstoffabspernung ist. Wenn entschieden wird, daß der Rückkopplungszustand  $FB$  erfüllt ist, dann geht die Routine zum Schritt 150 über, in welchem der das ermittelte Luft/Kraftstoffverhältnis angegebende Wert  $IR$  aus dem Ausgang  $I_p$  des Luft/Kraftstoffverhältnissfühlers 54 berechnet wird. Wie bekannt ist, entspricht dieser Ausgang vom Fühler 54 einem elektrischen Strom in diesem, welcher einem Sauerstoff-Partialdruck des Abgases entspricht und welcher proportional erhöht wird, wenn sich der Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses erhöht. Eine Map der Werte des Luft/Kraftstoffverhältnisses und des Ausgangspegels des Fühlers 54 wird vorgesehen. Eine Map-Interpolationsberechnung wird ausgeführt, um einen Wert von  $IR$  zu erhalten, der ein Luft/Kraftstoffverhältnis angibt, welches dem vom Fühler 54 ermittelten Ausgang entspricht.

Im Schritt 152 wird aus dem Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturfaktor  $KLEAN$ , der, wie mit Bezug auf die Fig. 4 erläutert wurde, erhalten wird,  $LNSR$  berechnet, wobei  $LNSR$  ein Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis wiedergibt und einen Wert des Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnisses, der mit dem Wert  $IR$  vergleichbar ist, kennzeichnet.

Im Schritt 154 wird entschieden, ob das vom Fühler 54 ermittelte Luft/Kraftstoffverhältnis mit Bezug auf ein gewünschtes Luft/Kraftstoffverhältnis fett ist. Diese Bestimmung wird durch Vergleich des Werts  $IR$  als das erfüllte Luft/Kraftstoffverhältnis mit dem Wert  $LNSR$  als dem Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis ausgeführt. Lautet die Entscheidung im Schritt 154 JA, so geht die Routine zum Schritt 156 über, in welchem bestimmt wird, ob das die erste Fett-Bestimmung ist. Lautet das Ergebnis im Schritt 156 JA, so geht die Routine über die Lernroutine 157, die noch beschrieben werden wird, zum Schritt 158 über, in welchem der Wert von  $FAF$  um  $RS_L$ , was ein Mager-Skipkorrekturwert (s. Fig. 8(b)) ist, vermindert wird. Lautet das Ergebnis im Schritt 156 NEIN, so geht die Routine zum Schritt 160 über, in welchem der Wert von  $FAF$  um  $KI$ , was ein Integral-Korrekturwert ist, vermindert wird, so daß der Wert von  $FAF$  allmählich längs der Linie mit einer Neigung  $KI/\delta$ , die durch Division von  $KI$  durch eine Zeitspanne für die Durchführung dieser Routine erhalten wird (s. Fig. 8(b)), allmählich vermindert wird.

Lautet das Ergebnis im Schritt 154 NEIN, d.h., daß das Luft/Kraftstoffverhältnis mit Bezug zum Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis mager ist ( $IR > LNSR$ ), dann geht die Routine zum Schritt 162 über, in welchem entschieden wird, ob das die erste Mager-Bestimmung ist. Lautet das Ergebnis im Schritt 162 JA, so geht die Routine über eine Lernroutine 163, die dieselbe wie die Routine 157 ist, zum Schritt 164 über, in welchem der Wert von  $FAF$  um  $RS_R$ , was ein Skipkorrekturwert ist, erhöht wird. Ist das Ergebnis im Schritt 162 NEIN, so geht die Routine vom Schritt 162 zum Schritt 166, in dem der Wert von  $FAF$  um  $KI$  erhöht wird, so daß der Wert von  $FAF$  allmählich längs einer Linie  $KI/\delta$  mit einer Neigung, welche durch Division von  $KI$  durch eine Zeitspanne  $\delta$  der Ausführung dieser Routine erhalten wird (s. Fig. 8(b)), ansteigt.



Wird im Schritt 148 entschieden, daß der Rückkopplungszustand *FB* nicht erfüllt ist, so geht die Routine zum Schritt 168 über, in welchem ein Wert von 1,0 in den Faktor *FAF* verschoben wird.

Die Lernroutine 157 oder 163 ist in Fig. 6 im einzelnen gezeigt. Diese Routine wird unmittelbar vor der Skipkorrektur des Rückkopplungs-Korrekturfaktors im Schritt 158 oder 164 ausgeführt. Im Schritt 169 wird ein Lernbereich eines Ansaugdrucks bestimmt. Bei dieser Ausführungsform sind sieben Lernzonen des Lern-Korrekturfaktors, die durch einen Ansaugdruck als ein absoluter Druck (mm Hg) begrenzt sind, für den geschlossenen sowie den offenen Zustand der *WRK* 15 vorgesehen, wie die folgende Tafel zeigt.

Nummer <i>n</i> der Lernzone	<i>PM</i> (mm Hg) ( $\times 133,32$ Pa)	<i>KG</i> ( <i>n</i> ) <sub>s</sub> und <i>S</i> ( <i>n</i> ) für geschlossene <i>WRK</i>	<i>KG</i> ( <i>n</i> ) <sub>o</sub> und <i>O</i> ( <i>n</i> ) für geöffnete <i>WRK</i>
1	<i>PM</i> < 258	<i>KG</i> (1) <sub>s</sub> <i>S</i> (1)	<i>KG</i> (1) <sub>o</sub> <i>O</i> (1)
2	258 < <i>PM</i> < 336	<i>KG</i> (2) <sub>s</sub> <i>S</i> (2)	<i>KG</i> (2) <sub>o</sub> <i>O</i> (2)
3	336 < <i>PM</i> < 414	<i>KG</i> (3) <sub>s</sub> <i>S</i> (3)	<i>KG</i> (3) <sub>o</sub> <i>O</i> (3)
4	414 < <i>PM</i> < 492	<i>KG</i> (4) <sub>s</sub> <i>S</i> (4)	<i>KG</i> (4) <sub>o</sub> <i>O</i> (4)
5	492 < <i>PM</i> < 568	<i>KG</i> (5) <sub>s</sub> <i>S</i> (5)	<i>KG</i> (5) <sub>o</sub> <i>O</i> (5)
6	568 < <i>PM</i> < 646	<i>KG</i> (6) <sub>s</sub> <i>S</i> (6)	<i>KG</i> (6) <sub>o</sub> <i>O</i> (6)
7	646 < <i>PM</i>	<i>KG</i> (7) <sub>s</sub> <i>S</i> (7)	<i>KG</i> (7) <sub>o</sub> <i>O</i> (7)

In der obigen Tafel bedeutet *KG*(*n*)<sub>s</sub> einen Lern-Korrekturfaktor in der bestimmten Lernzone *n*, wenn die *WRK* 15 geschlossen ist, während *KG*(*n*)<sub>o</sub> einen Lern-Korrekturfaktor in der bestimmten Lernzone *n*, wenn die *WRK* 15 offen ist, bedeutet. *S*(*n*) ist ein Flag, das die Nummer der Zone angibt, in welcher der ermittelte Ansaugdruck liegt, wenn die *WRK* geschlossen ist, während *O*(*n*) ein Flag ist, das die Nummer der Zone bezeichnet, in welcher der ermittelte Ansaugdruck liegt, wenn die *WRK* offen ist. Im Schritt 169 wird eine Nummer der Lernzone des Ansaugdrucks, in welcher der vom Druckfühler 26 ermittelte Ansaugdruck *PM* liegt, bestimmt.

Im nächsten Schritt 170 wird entschieden, ob die *WRK* 15 offen ist. Wenn auf den offenen Zustand der *WRK* 15 entschieden wird, so geht die Routine zum Schritt 171 über, in welchem das Flag *O*(*n*) gesetzt wird, was anzeigt, daß der Ansaugdruck in der durch *n* bezeichneten bestimmten Zone liegt, wenn die *WRK* offen ist. Wird entschieden, daß die *WRK* 15 geschlossen ist, so geht die Routine zum Schritt 172 über, in welchem das Flag *S*(*n*) gesetzt wird, welches angibt, daß der Ansaugdruck in der durch *n* bestimmten Zone liegt, wenn die *WRK* 15 geschlossen ist.

Im Schritt 173 wird ein mittlerer Wert des Rückkopplungs-Korrekturfaktors *FAF*<sub>AV</sub> berechnet durch

$$FAF_{AV} = (FAF + FAFO)/2,$$

worin *FAFO* ein Wert des in der vorhergehenden Routine erhaltenen *FAF* ist.

Wie die Fig. 8(b) zeigt, ist, wenn der gegenwärtige Zeitpunkt *T*<sub>1</sub> ist, *FAF*<sub>AV</sub> ein mittlerer Wert des im vorherigen Skip-Zeitpunkt *A* erhaltenen Rückkopplungs-Korrekturfaktors *FAF*, und der Wert des im Zeitpunkt *B* erhaltenen Rückkopplungs-Korrekturfaktors *FAF*, d.h. *FAF*<sub>AV</sub> = (*A* + *B*)/2. Gleicherweise wird *FAF*<sub>AV</sub> = (*B* + *C*)/2 im folgenden Skip-Zeitpunkt *T*<sub>2</sub>, und *FAF*<sub>AV</sub> wird gleich (*C* + *D*)/2 im Zeitpunkt *T*<sub>3</sub>. Im Schritt 175 wird der Wert von *FAF* zum RAM-Feld für eine Speicherung der Daten von *FAFO* für die Berechnung in der folgenden Routine verschoben.

Im Schritt 176 wird entschieden, ob der Wert des mittleren Rückkopplungs-Korrekturfaktors *FAF*<sub>AV</sub> auf dem Wert nahe 1,0 gehalten wird, beispielsweise zwischen 0,98 – 1,02. Lautet das Ergebnis der Entscheidung im Schritt 176 JA, so wird die folgende Lernroutine unterhalb des Schritts 177 umgangen. Lautet das Ergebnis NEIN, d.h., daß der mittlere *FAF*-Wert zu 1,0 einen Abstand hat, so geht die Routine zum Schritt 177 über, in dem bestimmt wird, ob der mittlere Faktor *FAF*<sub>AV</sub> größer als 1,0 ist, und im negativen Fall geht die Routine zum Schritt 178 über, in welchem das nun gesetzte Flag geprüft wird.

Wenn das derzeit gesetzte Flag *O*(*n*) ist, worin *n* eine Zahl von 1 bis 7 ist, wie in der oben erwähnten Tafel gezeigt ist, wobei diese Zahl angibt, daß die *WRK* 15 offen ist und der Ansaugdruck in einem Lernbereich liegt, welcher durch den Wert *n* bezeichnet ist, dann geht die Routine zum Schritt 179 über, in welchem der Wert des Lern-Korrekturfaktors *KG*(*n*)<sub>o</sub> im bezeichneten Lernbereich *n*, wenn die *WRK* 15 offen ist, um einen vorbestimmten Wert, wie 0,002, vermindert wird. Im Schritt 180 wird der Wert von *KG*(*n*)<sub>o</sub> nach *KG* verschoben.

Wird im Schritt 178 entschieden, daß das derzeit gesetzte Flag *S*(*n*) ist, worin *n* eine Zahl von 1 bis 7 ist, wie in der Tafel dargestellt ist, die anzeigt, daß die *WRK* 15 geschlossen ist und der Ansaugdruck in einem durch den Wert von *n* bezeichneten Lernbereich liegt, dann geht die Routine zum Schritt 182 über, in welchem der Wert des Lern-Korrekturfaktors *KG*(*n*)<sub>s</sub> im bezeichneten Lernbereich *n*, wenn die *WRK* 15 geschlossen ist, um einen vorbestimmten Wert, beispielsweise 0,002, vermindert wird. Im Schritt 184 wird der Wert von *KG*(*n*)<sub>s</sub> nach *KG*

verschoben.

Wird im Schritt 177 entschieden, daß der mittlere Faktor  $FAF_{AV}$  größer als 1,0 ist, so geht die Routine zum Schritt 190 über, in welchem das nun gesetzte Flag geprüft wird. Ist das derzeit gesetzte Flag  $O(n)$ , wobei  $n$  eine Zahl von 1 bis 7 ist, wie in der obigen Tafel gezeigt ist, welche angibt, daß die WRK 15 offen und der Ansaugdruck in einem durch den Wert  $n$  bezeichneten Lernbereich ist, so geht die Routine zum Schritt 192 über, in welchem der Wert des Lern-Korrekturfaktors  $KG(n)$  in dem bezeichneten Lernbereich  $n$ , wenn die WRK 15 offen ist, um einen vorbestimmten Wert, wie 0,002, inkrementiert wird. Im Schritt 194 wird der Wert von  $KG(n)$  nach  $KG$  verschoben.

Wird im Schritt 190 entschieden, daß das derzeit gesetzte Flag  $S(n)$  ist, worin  $n$  eine Zahl von 1 bis 7 ist, wie in der oben erwähnten Tafel gezeigt ist, welche angibt, daß die WRK 15 geschlossen und der Ansaugdruck in einem durch den Wert von  $n$  bezeichneten Lernbereich ist, dann geht die Routine zum Schritt 196 über, in welchem der Wert des Lern-Korrekturfaktors  $KG(n)$  im bezeichneten Lernbereich  $n$ , wenn die WRK 15 geschlossen ist, um einen vorbestimmten Wert, wie 0,002, inkrementiert wird. Im Schritt 198 wird der Wert von  $KG(n)$  nach  $KG$  verschoben.

Gemäß der Erfindung wird eine Lernregelung in Übereinstimmung mit dem offenen oder geschlossenen Zustand der Wirbel-Regelklappe (WRK) und der Belastung der Maschine (Ansaugdruck  $PM$ ) erhalten, und das Ergebnis des Lernens wird wiedergegeben oder reflektiert, wenn die Kraftstoff-Einspritzmenge berechnet wird. Als Ergebnis dessen wird eine präzise Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses auf den Zielwert erhalten, wenn der Öffnungsgrad der WRK 15 verändert und wenn der Motorzustand vom Rückkopplungs-Regelzustand zur rückführungslosen Regelung geändert wird, was eine Verbesserung in der Fahrfähigkeit, eine Minimierung des Kraftstoffverbrauchs und eine Reduzierung von Emissionen ermöglicht.

Die ermittelte falsche Ansaugtemperatur beeinflusst den Wert der Kraftstoff-Einspritzmenge  $TAU$ , jedoch wird der Lernwert in Übereinstimmung mit dem Öffnungsgrad der WRK 15, auf den die falsche Ansaugtemperatur zurückgeht, berechnet. Wenn der Öffnungsgrad der WRK 15 von der Rückkopplungsregelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses oder in der rückführungslosen Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses geregelt wird, kann als Ergebnis ein präziser Wert der Einspritz-Kraftstoffmenge auf der Grundlage des Lernwerts berechnet werden, so daß eine präzise Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch den Lernwert verwirklicht wird, welcher die tatsächliche Temperatur der Ansaugluft wiedergibt, selbst wenn die Maschine sich in einer rückführungslosen Regelung befindet.

Wenn ein Übergang der Maschine von einem Rückkopplungszustand zu einem rückführungslosen Zustand erfolgt, so beruht der Lernwert, wie bereits beschrieben wurde, auf jedem der verschiedenen Zustände der Maschine und jedem der Gründe, die den Fehler hervorrufen, so daß eine präzise Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses auf den gewünschten Wert erlangt werden kann.

Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf die beschriebene Ausführungsform begrenzt, und es können zahlreiche Abwandlungen und Abänderungen innerhalb des Rahmens der Erfindung ausgeführt werden. Beispielsweise kann die beschriebene Wirbel-Regelklappe durch eine andere Art eines Ansaug-Regelventils ersetzt werden, wie auch ein üblicher  $O_2$ -Fühler anstelle des beschriebenen Magergemischfühlers 54 zum Einsatz kommen kann.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Regelung eines Luft/Kraftstoffverhältnisses für eine Brennkraftmaschine mit einer stromab von einer Drosselklappe (10) angeordneten sowie unabhängig von der Drosselklappe betätigten Einlaß-Regelklappe (15), die zur Regelung einer Wirbelbewegung von in die Maschine (20) eingeführter Luft in ausgewählter Weise entsprechend einem Lastzustand der Maschine geschlossen oder geöffnet wird, wobei in der Vorrichtung eine der Maschine zugeführte Kraftstoffmenge in Übereinstimmung mit einem Ziel-Luft/Kraftstoffverhältnis ( $LNSR$ ) auf der Grundlage von Basis-Betriebszuständen der Maschine, die die Maschinenbelastung ( $PM$ ) und -drehzahl ( $NE$ ) einschließen, berechnet wird, eine Rückkopplungseinrichtung zur Regelung eines Werts der in die berechnete Kraftstoffmenge einbezogenen Rückkopplungs-Korrekturgröße in Übereinstimmung mit einer Abweichung eines von einem Luft/Kraftstoffverhältnisfühler (54) ermittelten Luft/Kraftstoffverhältnisses, wenn die Maschine sich in einem Rückkopplungszustand befindet, vorgesehen ist und eine Lerneinrichtung zur Regelung einer Lerngröße in Übereinstimmung mit dem Wert der Rückkopplungs-Korrekturgröße während des Rückkopplungszustandes, um die berechnete Kraftstoffmenge zur Verminderung der Wirkung der Rückkopplungs-Korrekturgröße auf das erhaltene Luft/Kraftstoffverhältnis zu korrigieren, vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Lerneinrichtung den Lernvorgang in Übereinstimmung mit dem Öffnungsgrad der Einlaß-Regelklappe (15) erzielt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lerneinrichtungen jeweils unabhängig für den geschlossenen sowie geöffneten Zustand der Einlaß-Regelklappe (15) vorhanden sind und die Lernkorrektur der berechneten Menge unabhängig von der jeweiligen Lerneinrichtung durch Bestimmen, ob die Einlaß-Regelklappe geschlossen oder geöffnet ist, erlangt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede der für den geschlossenen oder geöffneten Zustand der Einlaß-Regelklappe (15) vorgesehenen Lerneinrichtungen mit einer Mehrzahl von Lernzonen versehen ist, die in Übereinstimmung mit der Maschinenbelastung ( $PM$ ) eingeteilt sind, und daß die Lernkorrektur durch Festsetzen einer speziellen Zone, in der die Maschinenbelastung bestimmt ist, ausgeführt wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnung der zugeführten Kraftstoffmenge mit unabhängig für die Einlaß-Regelklappe (15) jeweils für deren Schließ- sowie Öffnungszustand vorgesehenen Datentafeln erfolgt.

— Leerseite —

3916605

1/11

Nummer:

39 16 605

Int. Cl.4:

F 02 D 41/26

Anmeldetag:

22. Mai 1989

Offenlegungstag:

30. November 1989

27

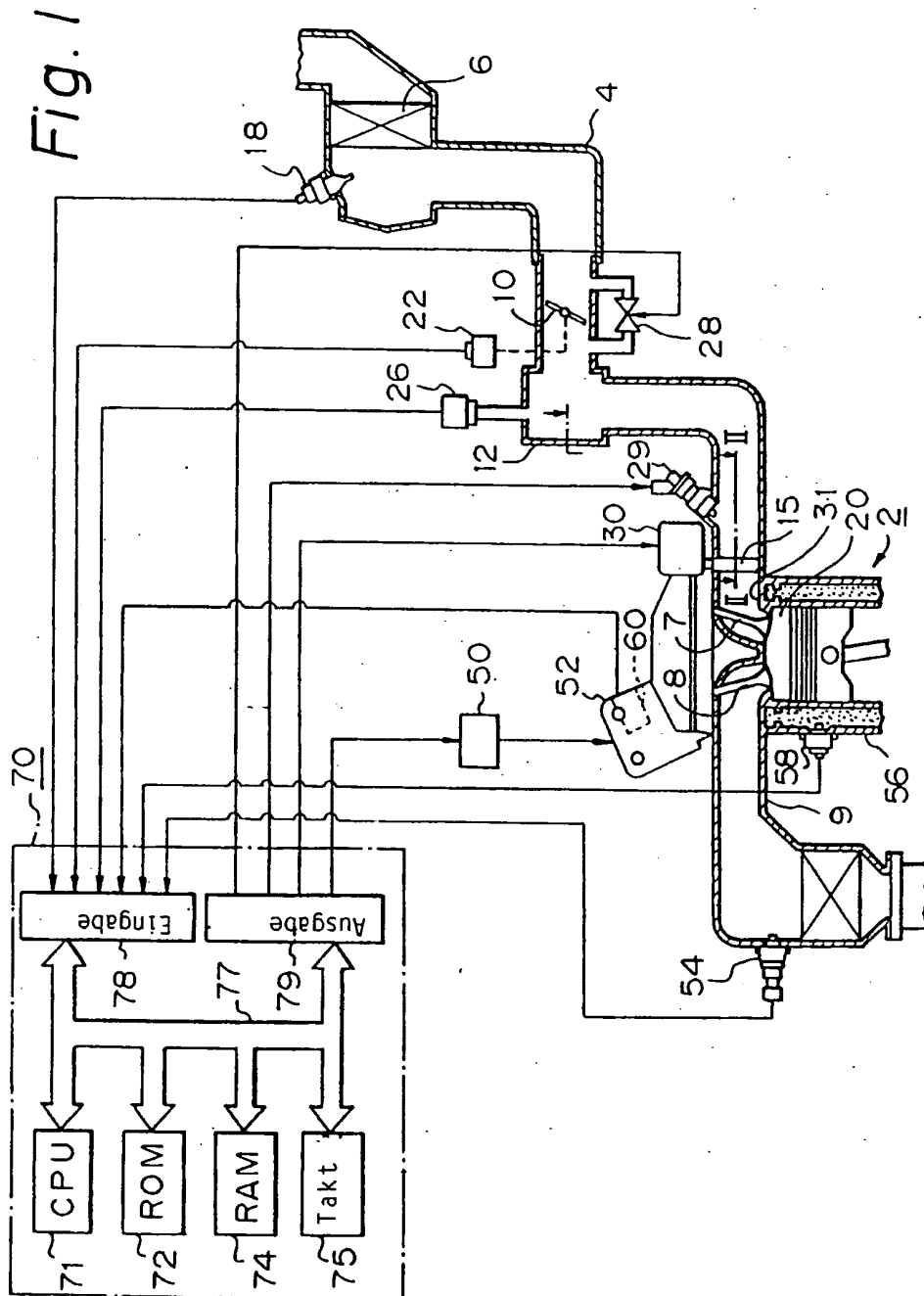


Fig. 2

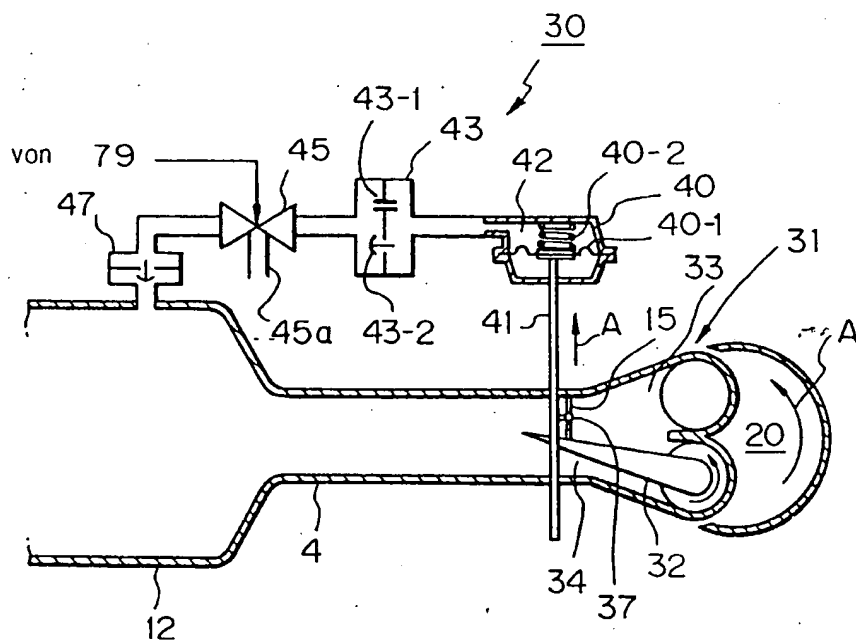


Fig. 3

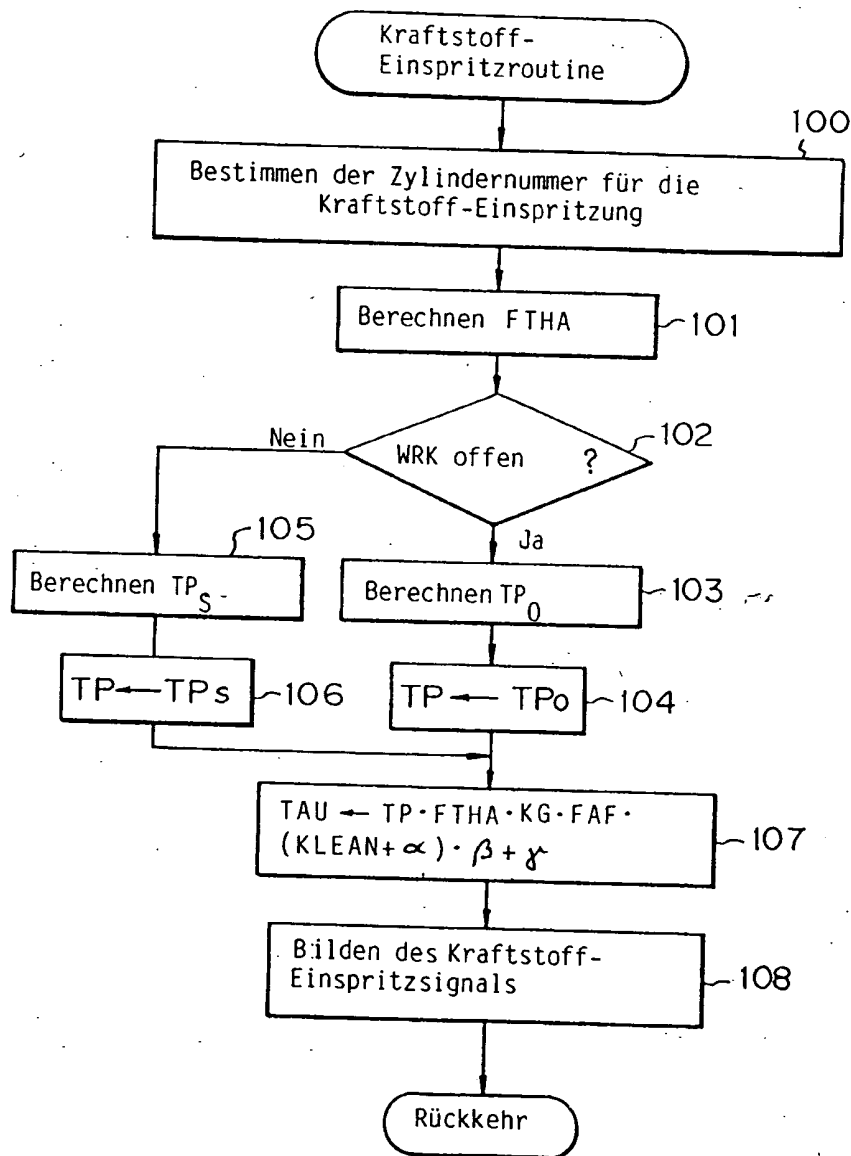


Fig. 4

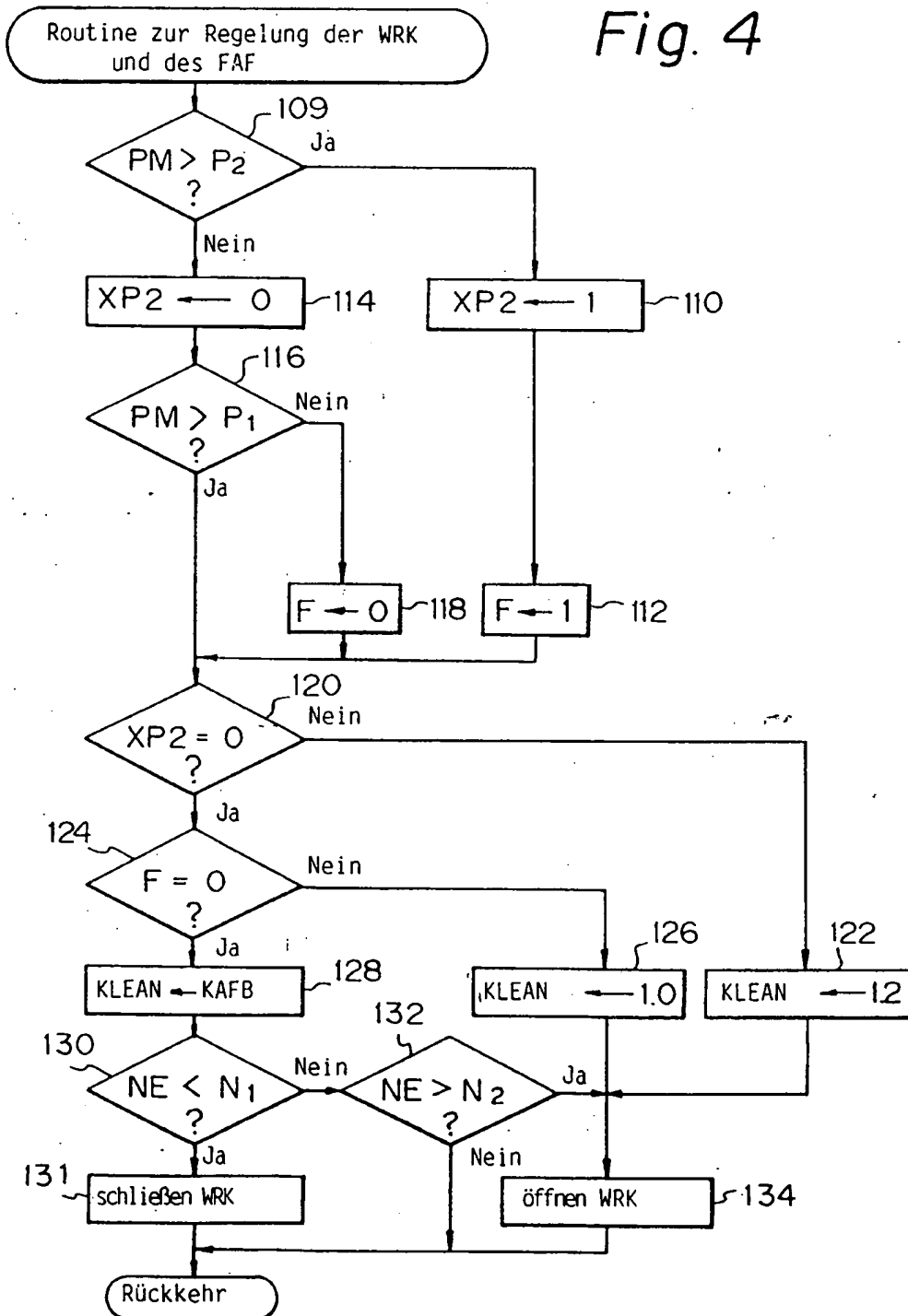


Fig. 5

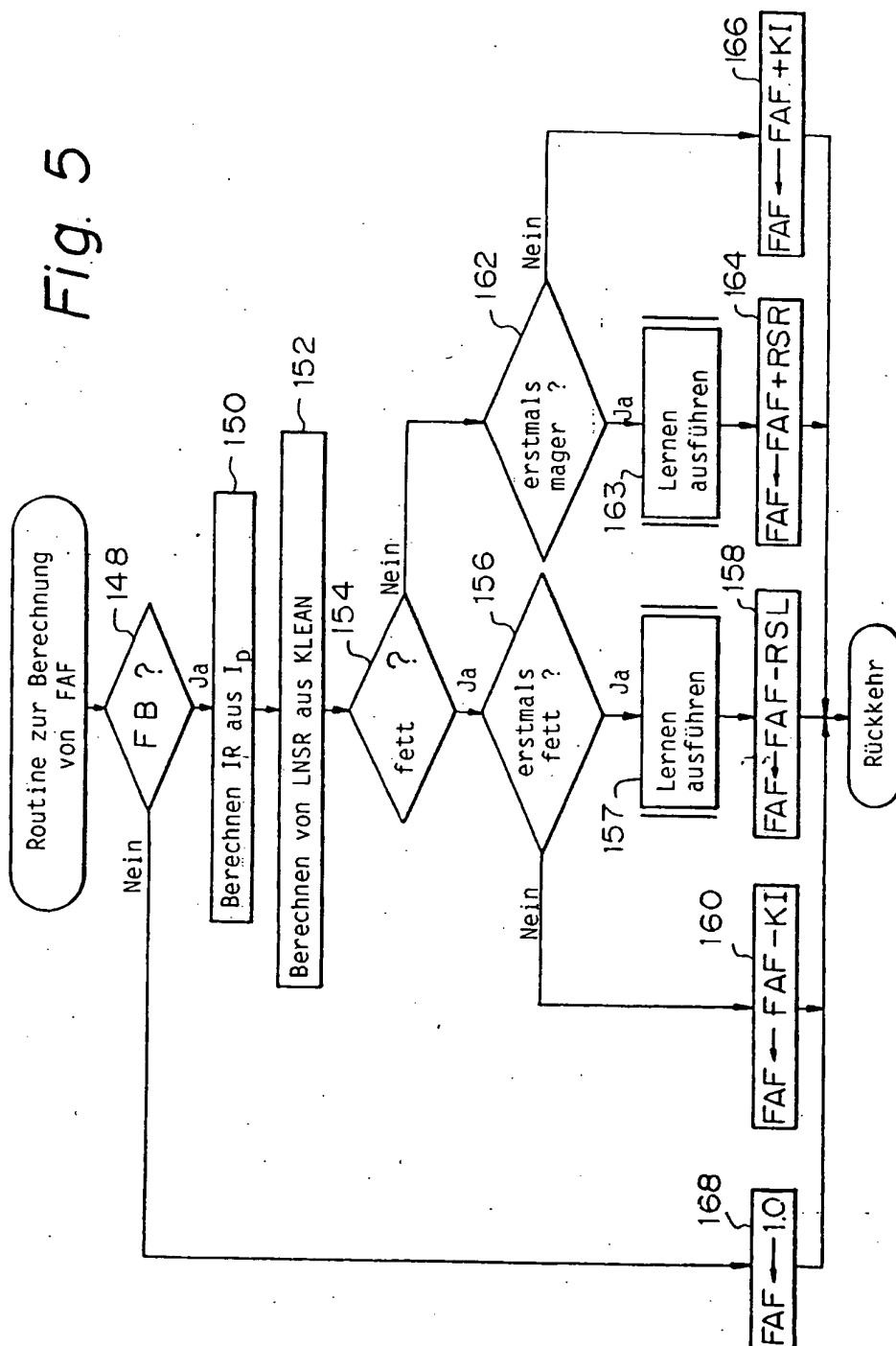




Fig. 6  
Fig. 6(a)  
Fig. 6(b)

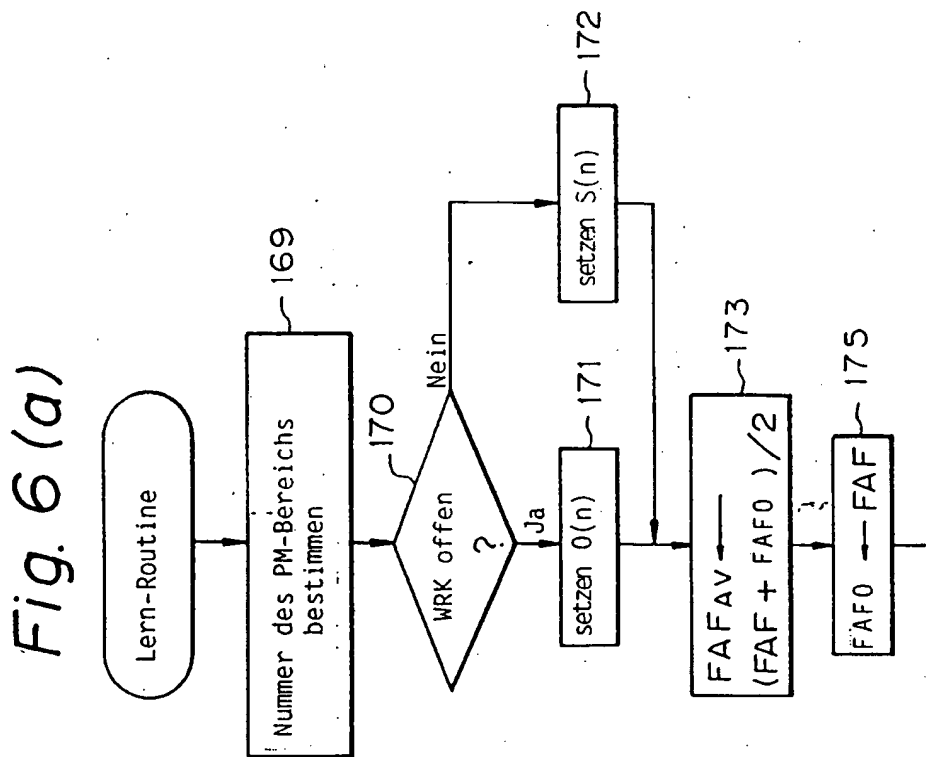


Fig. 6(b)

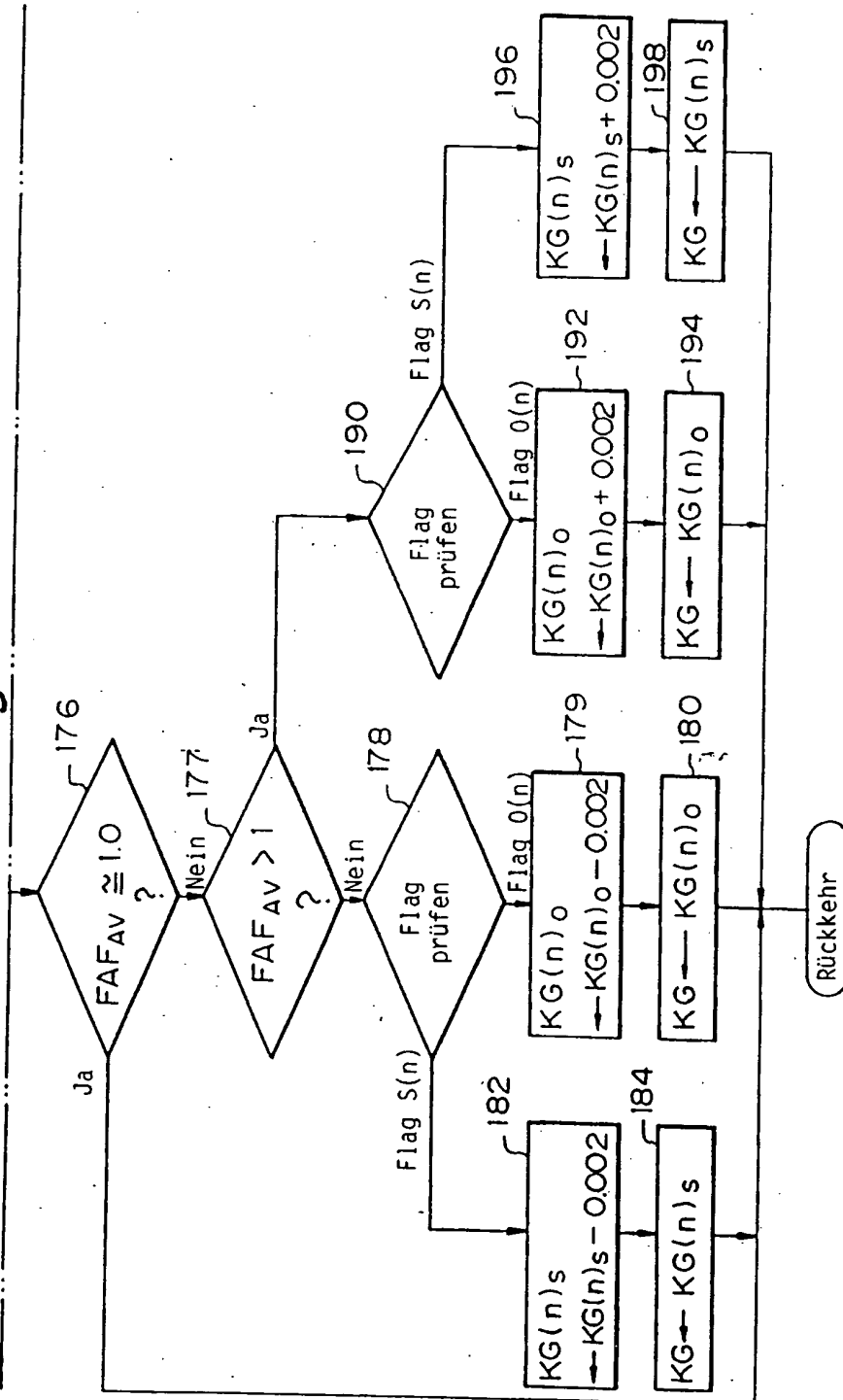
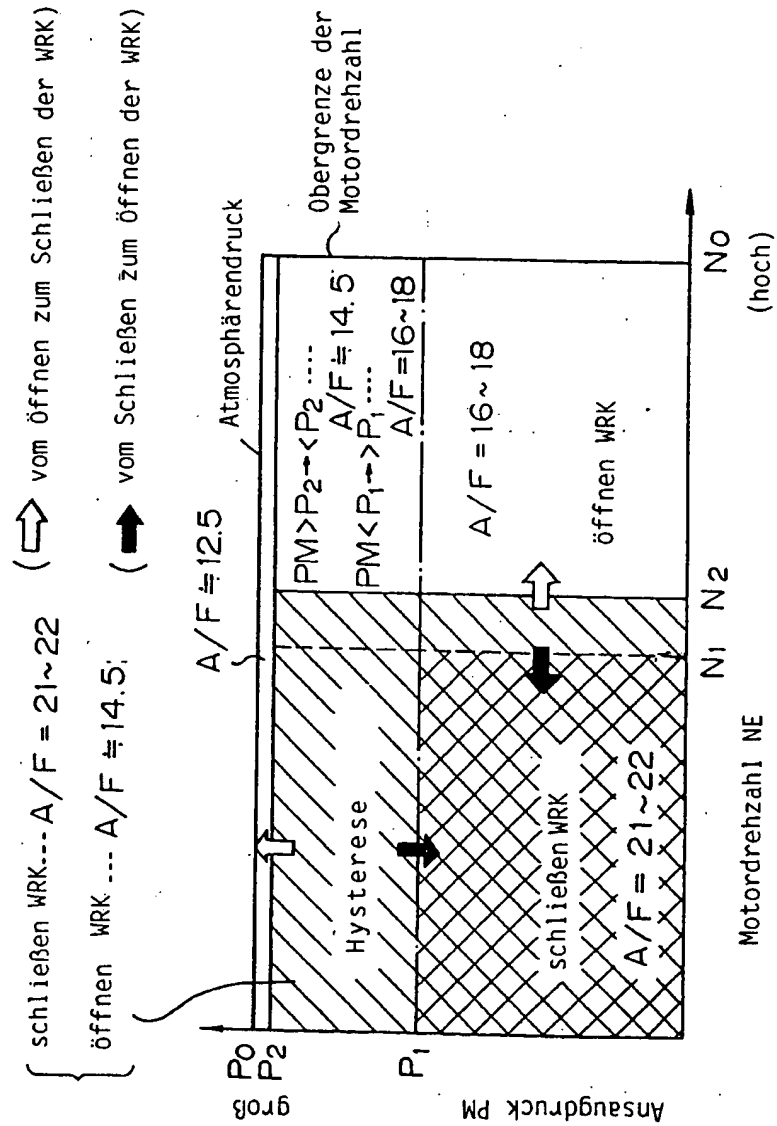
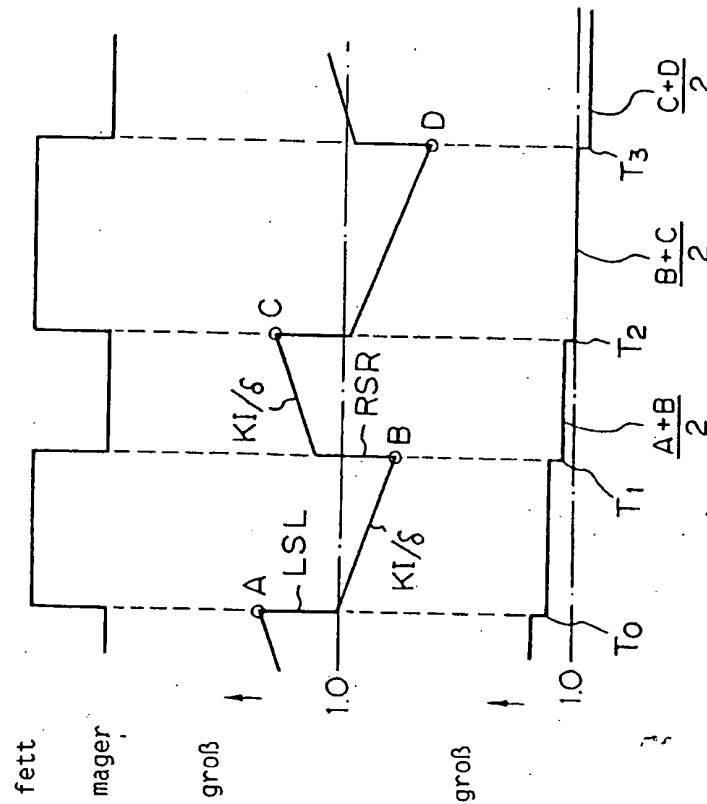


Fig. 7



Ergebnis der Bestimmung des Luft/Kraftstoffverhältnisses

Fig. 8(a)



Rückkopplungs-Korrekturfaktor FAF

Fig. 8(b)

mittl. Rückkopplungs-Korrekturfaktor FAF<sub>AV</sub>

Fig. 8(c)

10/11

3916005

Fig. 9

36

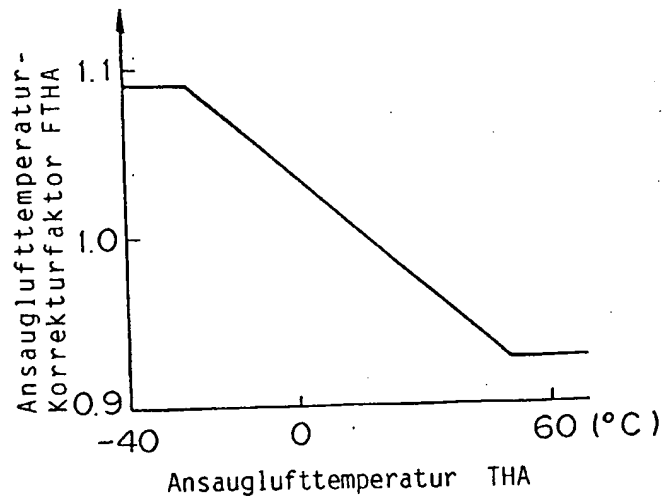
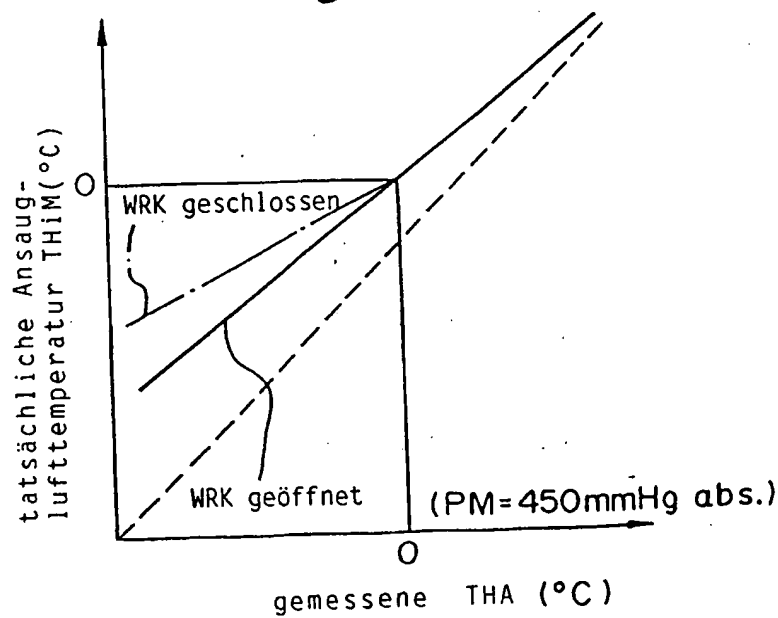


Fig. 10



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 11

